

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-155859

(43)公開日 平成11年(1999)6月15日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>  
A 6 1 B 8/06  
G 0 1 N 29/24  
H 0 4 R 17/00  
3 3 2

識別記号  
5 0 2  
3 3 0  
3 3 2

F I  
A 6 1 B 8/06  
G 0 1 N 29/24  
H 0 4 R 17/00  
3 3 2 A

審査請求 未請求 請求項の数19 O.L (全 11 頁)

(21)出願番号 特願平10-206509

(22)出願日 平成10年(1998)7月22日

(31)優先権主張番号 特願平9-258095

(32)優先日 平9(1997)9月24日

(33)優先権主張国 日本 (JP)

(71)出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72)発明者 小林 剛史

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株

式会社東芝研究開発センター内

(72)発明者 斎藤 史郎

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株

式会社東芝研究開発センター内

(72)発明者 山下 洋八

神奈川県川崎市幸区柳町70番地 株式会社

東芝柳町工場内

(74)代理人 弁理士 外川 英明

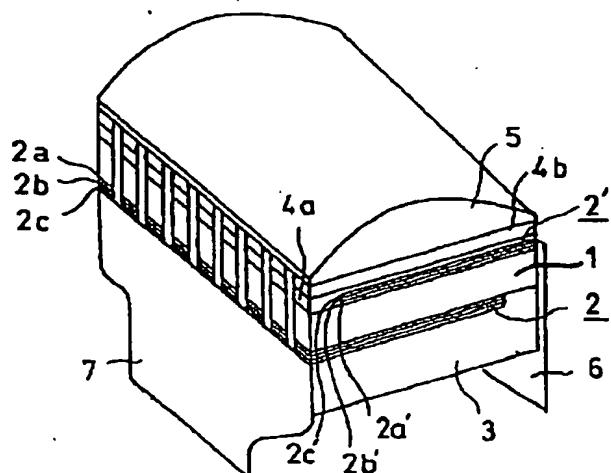
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 超音波プローブ及びこれを用いた超音波診断装置

(57)【要約】

【課題】 多数の振動子をアレイ状に配列した超音波プローブにおいて、音響インピーダンスが小さく柔らかいパッキング材を使用し、良好なアレイ加工性を維持しつつ、高感度な超音波プローブを提供する。

【解決手段】 圧電性結晶材料からなり、アレイ状に配列された短冊状の振動子と、この振動子に配設され、Ti、Ni、Crのうち少なくとも1種を主成分とした第1層、Cu、Niのうち少なくとも1種を主成分とした第2層、及びCu、Au、Pt、Ag、Pdのうち少なくとも1種を主成分とした第3層からなる金属層と、この金属層を介して前記振動子に取り付けられたパッキング材とを備えたことを特徴とする超音波プローブ。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 圧電性結晶材料からなり、アレイ状に配列された短冊状の振動子と、この振動子に配設された少なくとも3種以上の金属層と、この金属層を介して前記振動子に取り付けられたバッキング材とを備えたことを特徴とする超音波プローブ。

【請求項2】 前記3種以上の金属層は、前記振動子側から順に、Ti、Ni、Crのうち少なくとも1種を主成分とした第1の金属層、Cu、Niのうち少なくとも1種を主成分とした第2の金属層、及びCu、Au、Pt、Ag、Pdのうち少なくとも1種を主成分とした第3の金属層を有することを特徴とする請求項1に記載の超音波プローブ。

【請求項3】 前記第2の金属層の厚みT2が、0.3μm≤T2≤5.0μmの範囲にあることを特徴とする請求項1又は2に記載の超音波プローブ。

【請求項4】 前記第2の金属層の厚みT2が、0.5μm≤T2≤4.0μmの範囲にあることを特徴とする請求項1又は2に記載の超音波プローブ。

【請求項5】 前記第2の金属層の厚みT2が、0.8μm≤T2≤3.0μmの範囲にあることを特徴とする請求項1又は2に記載の超音波プローブ。

【請求項6】 圧電性結晶材料からなり、アレイ状に配列された短冊状の振動子と、この振動子に配設され、ビッカース硬度V<sub>HN</sub>が30≤V<sub>HN</sub>≤110、厚みT(μm)が0.3≤T≤5.0、かつビッカース硬度と厚みの積V<sub>HN</sub>×Tが15≤V<sub>HN</sub>×T≤400を満たす金属層を含む電極と、この電極を介して前記振動子に取り付けられたバッキング材とを備えたことを特徴とする超音波プローブ。

【請求項7】 圧電性結晶材料からなり、アレイ状に配列された短冊状の振動子と、この振動子に配設され、ビッカース硬度V<sub>HN</sub>が30≤V<sub>HN</sub>≤110、厚みT(μm)が0.5≤T≤4.0、かつビッカース硬度と厚みの積V<sub>HN</sub>×Tが25≤V<sub>HN</sub>×T≤320を満たす金属層を含む電極と、この電極を介して前記振動子に取り付けられたバッキング材とを備えたことを特徴とする超音波プローブ。

【請求項8】 圧電性結晶材料からなり、アレイ状に配列された短冊状の振動子と、この振動子に配設され、ビッカース硬度V<sub>HN</sub>が30≤V<sub>HN</sub>≤110、厚みT(μm)が0.8≤T≤3.0、かつビッカース硬度と厚みの積V<sub>HN</sub>×Tが40≤V<sub>HN</sub>×T≤240を満たす金属層を含む電極と、この電極を介して前記振動子に取り付けられたバッキング材とを備えたことを特徴とする超音波プローブ。

【請求項9】 圧電性結晶材料からなり、アレイ状に配列された短冊状の振動子と、この振動子に配設された電極と、この電極を介して前記振動子に取り付けられたバッキング材とを備え、前記電極は、前記圧電性結晶材料

からなる板状体を前記短冊状の振動子に加工する場合に発生する前記振動子のチッピング、クラックを防止する金属層を含むことを特徴とする超音波プローブ。

【請求項10】 前記金属層はCu、Niのうち少なくとも1種を主成分とした層であることを特徴とする請求項6乃至9に記載の超音波プローブ。

【請求項11】 前記金属層には該金属層の酸化を防止する元素が添加されていることを特徴とする請求項6乃至10に記載の超音波プローブ。

【請求項12】 前記金属層にはAu、Agのうち少なくとも1種の元素が添加されていることを特徴とする請求項10に記載の超音波プローブ。

【請求項13】 前記元素は前記金属層の表面側に選択的に添加されていることを特徴とする請求項11又は12に記載の超音波プローブ。

【請求項14】 前記バッキング材の音響インピーダンスZ<sub>b</sub>が、1.0×10<sup>6</sup>kg/m<sup>2</sup> s≤Z<sub>b</sub>≤5.0×10<sup>6</sup>kg/m<sup>2</sup> sの範囲にあることを特徴とする請求項1乃至13に記載の超音波プローブ。

【請求項15】 前記振動子の圧電性結晶材料として、Pb<sub>(M1 1/3 Nb (2/3)-(2z/3) Ta 2z/3) 1-x-y Ti<sub>x</sub> M2y O<sub>3</sub> (M1はZn、Ni、及びMgから選ばれる少なくとも1つの金属、M2はPt、Fe、Bi、Rh、及びIrから選ばれる少なくとも1つの金属を示し、x、y、及びzはそれぞれ0.05≤x≤0.2、0≤y≤0.01、0≤z≤0.1として規定される。)で表されるペロブスカイト型複合酸化物が用いられていることを特徴とする請求項1乃至14に記載の超音波プローブ。</sub>

【請求項16】 前記振動子の圧電性結晶材料として、Pb<sub>(M3 1/2 Nb (1/2)-(z/2) Ta z/2) 1-x-y Ti<sub>x</sub> M2y O<sub>3</sub> (M2はPt、Fe、Bi、Rh、及びIrから選ばれる少なくとも1つの金属、M3はSc及びInから選ばれる少なくとも1つの金属を示し、x、y、及びzはそれぞれ0.2≤x≤0.6、0≤y≤0.01、0≤z≤0.1として規定される。)で表されるペロブスカイト型複合酸化物が用いられていることを特徴とする請求項1乃至14に記載の超音波プローブ。</sub>

【請求項17】 前記振動子の圧電性結晶材料として、Pb<sub>(Zn 1/3 Nb (2/3)) 1-x Ti<sub>x</sub> O<sub>3</sub> (xは0.05≤x≤0.2として規定される。)で表されるペロブスカイト型複合酸化物が用いられていることを特徴とする請求項1乃至14に記載の超音波プローブ。</sub>

【請求項18】 前記振動子の圧電性結晶材料は単結晶からなることを特徴とする請求項1乃至17に記載の超音波プローブ。

【請求項19】 請求項1乃至18に記載の超音波プローブを用いたことを特徴とする超音波診断装置。

【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、圧電性結晶材料を用いた超音波プローブ、及びこれを用いた超音波診断装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】超音波プローブが用いられた超音波画像装置には人体内部を検査する為の医用診断装置や、金属構造物内部の欠陥を検査する為の探傷装置などがある。医用診断装置では人体の断層像（Bモード像）に加え、超音波の血流によるドプラシフトにより血流速度を2次元カラー表示するカラーフローマッピング（CFM）法が開発されている。超音波プローブの中心周波数はその診断対象によって様々に設計されているが、このBモード像を得るためのプローブの中心周波数と、CFM像を得るドプラモードの為の周波数（ドプラリファレンス周波数）は、例えば前者が3.75MHz、後者が2.5MHzというように、2種の異なる周波数を設定する場合がある。

【0003】ドプラリファレンス周波数を中心周波数よりも低い値に設定するのは、生体減衰の影響を低減するためであり、ドプラモードでは微小な血球からの反射エコーを利用しているため、得られる信号レベルが小さくなるからである。

【0004】そのため、超音波プローブとしては、Bモード像の為の周波数のみならずドプラリファレンス周波数でも大きな信号レベルが得られるものが望ましい。言い替えれば広い周波数帯域にわたってのプローブの高感度化が求められている。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】以上のように、超音波プローブは広い周波数領域にわたって大きな信号レベルが得られるものが望ましい。超音波プローブの高感度化を図る手段として、超音波送受信素子の残留振動を抑制する為に素子の背面に設けられたバッキング材として、音響インピーダンスが小さい材料を用いることが考えられる。

【0006】しかしながら、一般に製造されているセラミックスを用いた超音波プローブでは、この手段により、確かにプローブの中心周波数近傍の高感度化は実現できるが、一方で中心周波数から離れた周波数の感度が低下し、全体として狭帯域化してしまう。

【0007】もう一つの大きな問題点として、音響インピーダンスが小さい材料をバッキング材に用いた場合の加工性の低下が挙げられる。現在の短冊状の振動子を多数アレイ状に配列した超音波プローブでは、まず、大きな振動子板をバッキング材に接着し、これをダイシングソーラー等を用いて細かいピッチで切り揃えてゆくアレイ加工を行い、アレイ状に配列した振動子群を得ている。このアレイ加工のピッチは数10μmから数100μmと非常に細かく、振動子の切削性が劣るとプローブ作製上

の歩留まりを低下させる要因となる。先述の音響インピーダンスが小さな材料は大きな材料に比べて柔らかい傾向がある。このため、前記アレイ加工の際に以下に述べる不具合が生じている。

【0008】1つは、バッキング材が柔らかいとアレイ加工時の振動子が十分に固定されておらず、切削時のブレードから受ける応力に対し、振動子にぶれが生じ易い不安定な状態で切削が行われることになる。またもう一つは、柔らかい素材であるバッキング材がダイシングソーラーのブレードに目詰まりを起こし、切削性が低下してしまう。これらの事に起因して、アレイ加工後の短冊状振動子1本1本に細かなチッピングやクラックが発生し、振動子の電極層の断線、感度低下等が発生し、プローブの歩留まりが低下していた。

【0009】本発明の目的は、音響インピーダンスが小さく柔らかいバッキング材を使用しても、良好なアレイ加工性を維持しつつ、超音波プローブの高感度化を図ることである。

## 【0010】

【課題を解決するための手段】前述した問題を解決するため本発明は、圧電性結晶材料からなり、アレイ状に配列された短冊状の振動子と、この振動子に配設された少なくとも3種以上の金属層と、この金属層を介して前記振動子に取り付けられたバッキング材とを備えたことを特徴とする超音波プローブを提供する。

【0011】上記した本発明において、以下の態様が好ましい。

(1) 前記3種以上の金属層は、前記振動子側から順に、Ti、Ni、Crのうち少なくとも1種を主成分とした第1の金属層、Cu、Niのうち少なくとも1種を主成分とした第2の金属層、及びCu、Au、Pt、Ag、Pdのうち少なくとも1種を主成分とした第3の金属層を有すること。

【0012】(2) 前記第2の金属層の厚みT2が、 $0.3\mu\text{m} \leq T2 \leq 5.0\mu\text{m}$ の範囲にあること。

(3) 前記第2の金属層の厚みT2が、 $0.5\mu\text{m} \leq T2 \leq 4.0\mu\text{m}$ の範囲にあること。

【0013】(4) 前記第2の金属層の厚みT2が、 $0.8\mu\text{m} \leq T2 \leq 3.0\mu\text{m}$ の範囲にあること。

また本発明は、圧電性結晶材料からなり、アレイ状に配列された短冊状の振動子と、この振動子に配設され、ビック尔斯硬度VHNが $30 \leq VHN \leq 110$ 、厚みT(μm)が $0.3 \leq T \leq 5.0$ 、かつビック尔斯硬度と厚みの積 $VHN \times T$ が $15 \leq VHN \times T \leq 400$ を満たす金属層を含む電極と、この電極を介して前記振動子に取り付けられたバッキング材とを備えたことを特徴とする超音波プローブを提供する。

【0014】かかる本発明においては、以下の態様が好ましい。

(1) 前記金属層は、厚みT(μm)が $0.5 \leq T \leq$

4. 0、かつビッカース硬度と厚みの積 $V_{HN} \times T$ が $2.5 \leq V_{HN} \times T \leq 3.20$ を満たすものであること。

【0015】(2) 前記金属層は、厚み $T$  ( $\mu m$ ) が $0.8 \leq T \leq 3.0$ 、かつビッカース硬度と厚みの積 $V_{HN} \times T$ が $4.0 \leq V_{HN} \times T \leq 24.0$ を満たすものであること。

(3) 前記金属層はCu、Niのうち少なくとも1種を主成分とした層であること。

【0016】さらにまた本発明は、圧電性結晶材料からなり、アレイ状に配列された短冊状の振動子と、この振動子に配設された電極と、この電極を介して前記振動子に取り付けられたパッキング材とを備え、前記電極は、前記圧電性結晶材料からなる板状体を前記短冊状の振動子に加工する場合に発生する前記振動子のチッピング、クラックを防止する金属層を含むことを特徴とする超音波プローブを提供する。

【0017】かかる本発明において、前記金属層はCu、Niのうち少なくとも1種を主成分とした層であることが好ましい。なお、上記した各発明において、以下の構成を有することが望ましい。

【0018】(1) 前記パッキング材の音響インピーダンス $Z_b$ が、 $1.0 \times 10^6 \text{ kg/m}^2 \text{s} \leq Z_b \leq 5.0 \times 10^6 \text{ kg/m}^2 \text{s}$ の範囲にあること。

(2) 前記振動子の圧電性結晶材料として、 $P_b$  ((M<sub>1.3</sub>N<sub>b</sub>(2/3)-(2z/3)Ta<sub>2z/3</sub>)<sub>1-x-y</sub>Ti<sub>x</sub>M<sub>2y</sub>)O<sub>3</sub> (M<sub>1</sub>はZn、Ni、及びMgから選ばれる少なくとも1つの金属、M<sub>2</sub>はPt、Fe、Bi、Rh、及びIrから選ばれる少なくとも1つの金属を示し、x、y、及びzはそれぞれ $0.05 \leq x \leq 0.2$ 、 $0 \leq y \leq 0.01$  (好ましくは $0.0001 \leq y \leq 0.01$ )、 $0 \leq z \leq 0.1$ として規定される。) で表されるペロブスカイト型複合酸化物が用いられていること。

【0019】(3) 前記振動子の圧電性結晶材料として、 $P_b$  ((M<sub>3 1/2</sub>N<sub>b</sub>(1/2)-(z/2)Ta<sub>z/2</sub>)<sub>1-x-y</sub>Ti<sub>x</sub>M<sub>2y</sub>)O<sub>3</sub> (M<sub>2</sub>はPt、Fe、Bi、Rh、及びIrから選ばれる少なくとも1つの金属、M<sub>3</sub>はSc及びInから選ばれる少なくとも1つの金属を示し、x、y、及びzはそれぞれ $0.2 \leq x \leq 0.6$ 、 $0 \leq y \leq 0.01$  (好ましくは $0.0001 \leq y \leq 0.01$ )、 $0 \leq z \leq 0.1$ として規定される。) で表されるペロブスカイト型複合酸化物が用いられていること。

【0020】(4) 前記振動子の圧電性結晶材料として、 $P_b$  ((Zn<sub>1/3</sub>Nb<sub>(2/3)</sub>)<sub>1-x</sub>Ti<sub>x</sub>)O<sub>3</sub> (xは $0.05 \leq x \leq 0.2$ として規定される。) で表されるペロブスカイト型複合酸化物が用いられていること。

【0021】(5) 前記振動子の圧電性結晶材料は単結晶からなること。

(6) 前記金属層 (当該金属層が前記3種以上の金属

層からなる場合は第2の金属層。) には該金属層の酸化を防止する元素が添加されていること。

【0022】(7) 前記金属層 (当該金属層が前記3種以上の金属層からなる場合は第2の金属層。) にはAu、Agのうち少なくとも1種の元素が添加されていること。

【0023】(8) 前記元素は前記金属層の表面側に選択的に添加されていること。

また、本発明は、上記した超音波プローブを用いたことを特徴とする超音波診断装置を提供する。

【0024】

【発明の実施の形態】本発明に関する超音波プローブの振動子には、少なくとも3種の金属層による電極、若しくは所定の硬度及び厚さで構成された電極が用いられている。特に、好ましくは電極の第2層にCu、Niのうち少なくとも1種を主成分とした金属層 (CuとNiとの合金層も含まれる。) が用いられている。

【0025】かかる構成により、振動子の超音波放射面とは反対側の面に残留振動を抑制するために接着されているパッキング材として音響インピーダンスが小さく柔らかい材料のものを用いても、パッキング材に比較して音響インピーダンスが大きく固い上記第2層、若しくは所定硬度の電極層が所定の厚さだけ存在しているため、切削時の応力に対し上記振動子が堅固に保持される。

【0026】さらに、ブレードの目詰まりに対しても、上記金属層の第2層、若しくは所定の硬度と厚みの電極層がブレードに付着するパッキング材を掻き落とす効果がある。これらの事によりアレイ加工時の切削性の低下を抑制することができ、従来振動子に生じていたクラック、チッピングの増加などを抑制でき、従来に比べ高感度な超音波プローブを、高い歩留まりを維持しつつ作製することが可能である。

【0027】前記金属層のうち第2層、若しくは所定硬度の電極層として、Cu、Niのうち少なくとも1種を主成分としたものを用いることが好ましい。この構成により、上記した効果が顕著となることの他、Ti、Ni、Crのうち少なくとも1種を主成分とした第1層、及びCu、Au、Pt、Ag、Pdのうち少なくとも1種を主成分とした第3層に対する第2層の接着性を良好に保つことも可能である。なお、Ti、Ni、Crのうち少なくとも1種を主成分とした第1層は、前記振動子を構成する圧電性結晶材料、特にペロブスカイト型複合酸化物との間で接着性が良い。Cu、Au、Pt、Ag、Pdのうち少なくとも1種を主成分とした第3層も他の配線材料に対して接着性が良く、ハンダ付け等が可能である。

【0028】上記金属層の第2層の厚さ $T_2$ は、 $0.3 \mu m$ 以上、 $5.0 \mu m$ 以下に設定されてことが望ましく、好ましくは $0.5 \mu m$ 以上、 $4.0 \mu m$ 以下、より好ましくは $0.8 \mu m$ 以上、 $3.0 \mu m$ 以下に設定され

ていると良い。

【0029】第2層の厚さが0.3μm未満の場合は、加工性低下の抑制効果は顕著に現れにくくなり、5μmを越える場合は、加工性の低下は十分に抑制できるが、上記金属層が剥離し易くなったり、振動子の電気機械結合係数が低下し、送受信感度の低下が生じやすくなる。

【0030】また、金属層の硬度と厚みの関係として、ビックアース硬度V<sub>HN</sub>が30≤V<sub>HN</sub>≤110、厚みT(μm)が0.3≤T≤5.0、かつビックアース硬度と厚みの積V<sub>HN</sub>×Tが15≤V<sub>HN</sub>×T≤400を満たす金属層を含む電極を用いることによって、上記効果を得ることが可能となる。各式の下限値未満の場合には加工性低下の抑制効果は顕著に現れにくくなり、各式の上限値を越える場合には加工性の低下は十分に抑制できるが、上記金属層が剥離し易くなったり、振動子の電気機械結合係数が低下し、送受信感度の低下が生じやすくなる。

【0031】ここで、厚みTが0.5≤T≤4.0、かつビックアース硬度と厚みの積V<sub>HN</sub>×Tが25≤V<sub>HN</sub>×T≤320を満たすことが望ましく、より好ましくは厚みTが0.8≤T≤3.0、かつビックアース硬度と厚みの積V<sub>HN</sub>×Tが40≤V<sub>HN</sub>×T≤240を満たすと良い。

【0032】また、パッキング材としては、音響インピーダンスZ<sub>b</sub>が1.0×10<sup>6</sup>kg/m<sup>2</sup>s≤Z<sub>b</sub>≤5.0×10<sup>6</sup>kg/m<sup>2</sup>sの材料からなるものを用いることが好ましい。これにより、従来の音響インピーダンスが5.0×10<sup>6</sup>kg/m<sup>2</sup>sを超えるパッキング材を用いた場合に比べて、高感度な超音波プローブを得ることが可能となる。

【0033】パッキング材の音響インピーダンスが1.0×10<sup>6</sup>kg/m<sup>2</sup>s未満の場合は、振動子の残留振動の抑制効果を十分に得にくくなり、プローブの分解能が低下し易くなり、音響インピーダンスが5.0×10<sup>6</sup>kg/m<sup>2</sup>sを超える場合は、振動子の残留振動の抑制は十分だが、プローブの感度が著しく低下し易くなる。

【0034】

【実施例】以下、本発明の実施例を図面を参照しつつ詳細に説明する。

実施例1

亜鉛ニオブ酸鉛チタン酸鉛(Pb((Zn<sub>1/3</sub>Nb<sub>2.3</sub>)<sub>1-x</sub>Ti<sub>x</sub>)O<sub>3</sub>(xは0.05≤x≤0.2)の圧電単結晶を用いて超音波プローブを作製した。単結晶原料として純度99.99%以上のPbO、ZnO、Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、TiO<sub>2</sub>を用い、亜鉛ニオブ酸鉛とチタン酸鉛が91:9のモル比となるように秤量し、融材として単結晶原料の1.2倍のPbOを加えた。

【0035】この混合物を雷漬機で20分十分混合し、250ccの白金坩堝に充填し、電気炉中で1270℃に加熱し、10時間保持した。その後、1℃/hの速度で900℃まで徐冷し、室温までは自然冷却した。

【0036】次に、白金坩堝内の単結晶と融材の混合し

た固形物から融材を割り、中の単結晶塊を取り出した。丸みを帯びた、1辺がおよそ3.5mmの平行6面体の単結晶が得られ、X線回折でペロブスカイト構造を有している事を確認した。前記単結晶塊をラウエカメラで観察することにより<001>の方位を確定し、これに垂直にダイヤモンドカッターで1mm厚にスライスし、1辺がおよそ2.5mmの(001)ウエハを得た。

【0037】次に、2種の金属層からなる電極を用いた圧電振動子を、その電気機械結合係数k<sub>33'</sub>を測定する目的のため作製した。上記(001)ウエハの両面を#2000の研磨材で0.24mmの厚さに研磨し、2種の金属層を圧電体の両面にスパッタメタライズで形成し、これにより電極を構成して平行状圧電振動子を作製した。電極は、圧電体に近い層から順に、厚さ0.05μmのTi層、厚さ0.2μmのAu層で構成した。

【0038】この平板状圧電振動子から幅1.2mm×長さ1.4mm×厚さ0.24mmの短冊状振動子を10本切り出し、210℃のシリコーンオイル中で600V/mmの電界を10分間印加し、電界を保持したまま40℃まで冷却し分極処理を施した。この後、上記圧電振動子の電気機械結合係数k<sub>33'</sub>を測定した結果、平均でk<sub>33'</sub>=8.4%となった。

【0039】次に、3種の金属層からなる電極を用いた圧電振動子を有する超音波プローブの作製方法について説明する。図1はこの超音波プローブの構成を示す斜視図である。前記単結晶塊から切りだした別の(001)ウエハの両面を#2000の研磨材で2.40μmに研磨し、3種の金属層を圧電体1の両面にスパッタメタライズして電極2、2'を構成した。電極は、圧電体1に近い層から順に、厚さ0.05μmのTi層2a、2a'、厚さ1.0μmのCu層2b、2b'、厚さ0.2μmのAu層2c、2c'で構成した。

【0040】次に、この電極2、2'、圧電体1をそれぞれダイシングソーで幅2.0mm×長さ1.4mm×厚さ0.24mmに加工し、平板状振動子を得た。これを210℃のシリコーンオイル中で600V/mmの電界を10分間印加し、電界を保持したまま40℃まで冷却し分極処理を施した。この後、電気機械結合係数k<sub>t</sub>を測定したところ、k<sub>t</sub>=5.4%であった。

【0041】次に、上記平板状振動子の一面に128chのフレキシブル配線基盤(FPC)7を、もう一方の面に銅箔からなるアース板6を半田付けし、各々半田付けした部分の裏側の電極をエッチングにより除去した。

【0042】次に、FPCを取り付けた面にゴムと樹脂の混合物からなり音響インピーダンスが2.2×10<sup>6</sup>kg/m<sup>2</sup>sのパッキング材3を、アース板7を取り付けた面にマッチング層4a、4bをそれぞれ接着した。マッチング層4a、4bの音響インピーダンスは、上記平板状振動子から後述する音響レンズ5へ向かう方向において段階的に音響レンズ5の音響インピーダンスに近くな

るよう設定されている。

【0043】次に、FPC7のチャンネルピッチ(150μm)に合わせ、マッチング層4a、4bと上記平板状振動子(電極2、2'及び圧電体1)とを、ダイシングソーで幅30μmのブレードにより深さ400μmで128素子にアレイ加工した。この時、約50μmの深さだけバックキング材にまで切れ込みが入った。さらに、マッチング層4bに音響レンズ5を接着し、図1に示す超音波プローブを作製した。

【0044】この超音波プローブの反射エコーをパルスエコー法により測定し、128チャンネルすべての素子から3.55±0.15MHz以内の中心周波数を有するエコーが受信された。また、-6dBの比帶域は平均で10.2%になった。本プローブとの比較のために、フェライトゴムを主成分とした音響インピーダンスが $5.5 \times 10^6 \text{ kg/m}^2 \text{ s}$ のバックキング材を用いた以外は本プローブと同一材料、同一仕様でプローブを作製し、エコーの受信レベルを測定したところ、3~5dBの感度向上が確認された。

【0045】-6dBの比帶域は、前記音響インピーダンスが $5.5 \times 10^6 \text{ kg/m}^2 \text{ s}$ の上記バックキング材を用いたプローブの10.6%に比べ、やや狭くなつたが、その度合いは僅かであり、この帶域は、従来のPZTセラミックスを用いたプローブよりも広範囲のドップラリファレンス周波数を設定できる値であった。

【0046】次に、2種の金属層からなる電極を用いた超音波プローブと本発明の3種の金属層からなる電極を用いた超音波プローブとを比較するために、上記した方法により得た本発明の超音波プローブをエポキシ剥離材中に漬け、短冊状圧電振動子からバックキング材3及び音響マッチング層4a、4b等を剥離して短冊状圧電振動子単体を得た。

【0047】得られた振動子のk33'を測定したところ、128チャンネルの平均でk33'=84%が得られ、前記した電極層がTi層とAu層の2層からなる圧電振動子のk33'と同等の値を示し、さらにアドミタンスの周波数スペクトラムも図3(a)に示すごとくスプリアスの無い良好なものであった。これにより、本発明の超音波プローブにおいて電極層2、2'が厚くなつことによるk33'への影響が無いことが確認された。

【0048】また、本発明の超音波プローブの圧電振動子の端面を顕微鏡観察したところ、図2(a)に示すごとく全チャンネルで電極層の断線はなく、クラック8やチッピング9の発生は極僅かであることが確認された。

【0049】比較例1

実施例1と同一の単結晶塊から切りだした(001)ウエハを用い、同様の研磨を行つた。3種の金属層を圧電体の両面にスパッタメタライズし、電極を構成した。電極は圧電体に近い層から順に、厚さ0.05μmのTi層2a、2a'、厚さ2.0μmのCu層2b、2b'、厚さ0.2μmのAu層2c、2c'で構成した。

0.5μm厚さのTi層、0.2μm厚さのCu層、0.2μm厚さのAu層で構成した。電極12、12'を形成した(001)ウエハから幅2.0mm×長さ1.4mm×厚さ0.24mmの平板状圧電振動子を切り出し、実施例1と同様に分極処理を行なつた。

【0050】次に、FPCとアース板の接着、及び電極のエッティングを実施例1と同様に行つた。さらに、FPCを取り付けた面に、ゴムと樹脂の混合物からなり音響インピーダンスが $2.2 \times 10^6 \text{ kg/m}^2 \text{ s}$ のバックキング材を接着した。以下、マッチング層の接着、圧電振動子の128チャンネルへのアレイ加工、音響レンズの接着等は実施例1と同一とし、超音波プローブを作製した。

【0051】この超音波プローブの反射エコーをパルスエコー法により測定したところ、128チャンネル中13チャンネルでエコーが測定不能であり不良となることがわかつた。残りのチャンネルからは3.60±0.25MHz以内の中心周波数を有するエコーが受信された。また、-6dBの比帶域は不良チャンネルを除くと平均で9.2%になった。

【0052】次に、このプローブをエポキシ剥離材中に漬け、実施例1と同様にk33'を測定したところ、不良素子を除く115チャンネルの平均でk33'=7.9%が得られた。さらにアドミタンスの周波数スペクトラムも図3(b)に示すごとくスプリアスが多く、共振点、反共振点が明瞭でない素子も多く見られた。

【0053】また、このプローブの振動子の端面を顕微鏡観察したところ、図2(b)に示すように全チャンネルの素子でアレイ加工時に生じたクラック8やチッピング9が多く発生しており、エコーが測定不良だったチャンネルの振動子ではクラックにより圧電体11両面の電極12、12'に断線10が生じていた。

【0054】実施例2

本実施例では実施例1における図1を用いて説明を行う。実施例1と同一の単結晶塊から切りだした(001)ウエハを用い、同様の研磨を行つた。3種の金属層を圧電体1の両面にスパッタメタライズし電極を構成した。電極は圧電体に近い層から順に、厚さ0.05μmのTi層2a、2a'、厚さ2.0μmのCu層2b、2b'、厚さ0.2μmのAu層2c、2c'で構成した。

【0055】電極を形成した(001)ウエハから幅2.0mm×長さ1.4mm×厚さ0.24mmの平板状振動子を切り出し、実施例1と同様に分極処理を行なつた。次に、FPC7とアース板6の接着、及び電極のエッティングを実施例1と同様に行つた。

【0056】次に、FPC7を取り付けた面に、クロロブレンゴムを主成分とし音響インピーダンスが $3.5 \times 10^6 \text{ kg/m}^2 \text{ s}$ のバックキング材3を接着した。以下、マッチング層4a、4bの接着、圧電振動子の128チャンネルへのアレイ加工、音響レンズ5の接着等は実施

例1と同一とし、超音波プローブを作製した。

【0057】この超音波プローブの反射エコーをパルスエコー法により測定し、すべての素子から3.46±0.15MHz以内の中心周波数を有するエコーが受信され、-6dBの比帶域は平均で104%になった。エコーの受信レベルは、比較のために作製した、音響インピーダンスが $5.5 \times 10^6 \text{ kg/m}^2 \text{ s}$ のバッキング材を用いた上記超音波プローブに比べ、2~4dBの感度向上が確認された。

【0058】-6dBの比帶域は、前記音響インピーダンスが $5.5 \times 10^6 \text{ kg/m}^2 \text{ s}$ のバッキング材を用いた超音波プローブの106%に比べてやや狭くなつたが、その度合いは僅かであり、この帶域は、従来のPZTセラミックスを用いたプローブよりも広範囲のドップラリフレンズ周波数を設定できる値であった。

【0059】次に、2種の金属層からなる電極を用いた超音波プローブと本発明の3種の金属層からなる電極を用いた超音波プローブとを比較するために、上記した方法により得た本発明の超音波プローブをエポキシ剥離材中に漬け、短冊状圧電振動子からバッキング材3及び音響マッチング層4a、4b等を剥離して短冊状圧電振動子単体を得た。

【0060】得られた振動子のk<sub>33'</sub>を測定したところ、128チャンネルの平均でk<sub>33'</sub>=83%が得られ、前記した電極層がTi層とAu層の2層からなる圧電振動子のk<sub>33'</sub>とほぼ同等の値を示し、本発明の超音波プローブにおいて電極層2b、2b'が2.0μmと厚くなつたことによるk<sub>33'</sub>への影響が無いことが確認された。さらに、アドミッタンスの周波数スペクトラムも実施例1と同様にスプリアスの無い良好なものであった。

【0061】また、本発明の超音波プローブの圧電振動子の端面を顕微鏡観察したところ、実施例1と同様に全チャンネルで電極層の断線はなく、クラックやチッピングの発生は極僅かであることが確認された。

#### 【0062】比較例2

実施例1と同一の単結晶塊から切りだした(001)ウエハを用い、同様の研磨を行つた。3種の金属層を圧電体の両面にスパッタメタライズし電極を構成した。電極は、圧電体に近い層から順に、0.05μm厚さのTi層、6.0μm厚さのCu層、0.2μm厚さのAu層で構成した。電極を形成した(001)ウエハから幅20mm×長さ14mm×厚さ0.24mmの平板状振動子を切り出し、実施例1と同様に分極処理を行なつた。

【0063】次に、FPCとアース板の接着、及び電極をエッチングを実施例1と同様に行つた。次に、FPCを取り付けた面に、クロロブレンゴムを主成分とし音響インピーダンスが $2.2 \times 10^6 \text{ kg/m}^2 \text{ s}$ のバッキング材を接着した。以下、マッチング層4a、4bの接着、圧電振動子の128チャンネルへのアレイ加工、音響レンズ5の接着等は実施例1と同一とし、超音波プローブを作製した。

実施例1と同一とし、超音波プローブを作製した。

【0064】ところが、電極形成直後、あるいはマッチング層形成後のアレイ加工時に、電極層が圧電体から剥離する不良が頻発し、歩留まりは非常に低くなつた。これは、第2層の電極層が厚すぎて、他の電極層や圧電体との熱収差による応力が過大となり剥離し易くなつたからであると考えられる。

【0065】図6は、第2層の電極層の厚さと超音波プローブの歩留まりとの関係を示した特性図である。この図に示すように、第2の電極層の厚さが0.3μm未満、及び5.0μmを超える範囲で歩留りが急激に低下することが分かつた。

#### 【0066】実施例3

本実施例は、2種の金属層からなる電極が圧電体両面に形成された超音波プローブに対して本発明を適用したものである。

【0067】図5は本実施例の超音波プローブの構成を示す斜視図である。図1と同一の部分には同一の符号を付して示し、詳細な説明は省略する。実施例1と同一の単結晶塊から切りだした(001)ウエハを用い、同様の研磨を行つた。2種の金属層を圧電体1の両面にスパッタメタライズし電極を構成した。電極は圧電体に近い層から順に、厚さ0.05μmのTi層52a、52a'、厚さ1.5μmのCu層52b、52b'で構成した。

【0068】このCu層52b、52b'のビッカース硬度(V<sub>HN</sub>)は50(単位無し)、その厚みTはT=1.5(μm)であり、 $3.0 \leq V_{HN} \leq 110$ 、 $0.3 \leq T \leq 5.0$ の両条件が満たされるとともに、硬度と厚みの積( $V_{HN} \cdot T$ )が $15 \leq V_{HN} \cdot T \leq 400$ の範囲内にあるよう構成されている。図6は、この時満たされる条件の範囲を図示した特性図である。

【0069】電極を形成した(001)ウエハから幅20mm×長さ14mm×厚さ0.24mmの平板状振動子を切り出し、実施例1と同様に分極処理を行なつた。次に、FPC7とアース板6の接着、及び電極のエッチングを実施例1と同様に行つた。

【0070】次に、FPC7を取り付けた面に、ゴムと樹脂の混合物からなり音響インピーダンスが $2.2 \times 10^6 \text{ kg/m}^2 \text{ s}$ のバッキング材3を接着した。以下、マッチング層4a、4bの接着、圧電振動子の128チャンネルへのアレイ加工、音響レンズ5の接着等は実施例1と同一とし、超音波プローブを作製した。

【0071】この超音波プローブの反射エコーをパルスエコー法により測定し、すべての素子から3.50±0.14MHz以内の中心周波数を有するエコーが受信され、-6dBの比帶域は平均で102%になった。エコーの受信レベルは、比較のために作製した、音響インピーダンスが $5.5 \times 10^6 \text{ kg/m}^2 \text{ s}$ のバッキング材を用いた上記超音波プローブに比べ、3~5dBの感度向上が確認された。

認された。

【0072】-6 dBの比帯域は、前記音響インピーダンスが $5.5 \times 10^6 \text{ kg/m}^2 \text{ s}$ のパッキング材を用いた超音波プローブの106%に比べてやや狭くなつたが、その度合いは僅かであり、この帯域は、従来のPZTセラミックスを用いたプローブよりも広範囲のドップラリファレンス周波数を設定できる値であった。

【0073】次に、前述したTi層とAu層の2種の金属層からなる電極を用いた超音波プローブと本発明の2種の金属層からなる電極を用いた超音波プローブとを比較するために、上記した方法により得た本発明の超音波プローブをエポキシ剥離材中に漬け、短冊状圧電振動子からパッキング材3及び音響マッチング層4a、4b等を剥離して短冊状圧電振動子単体を得た。

【0074】得られた振動子のk<sub>33'</sub>を測定したところ、128チャンネルの平均でk<sub>33'</sub>=84%が得られ、前記した電極層がTi層とAu層の2層からなる圧電振動子のk<sub>33'</sub>とほぼ同等の値を示し、本発明の超音波プローブにおいて電極層52b、52b'が1.5  $\mu\text{m}$ と厚くなつたことによるk<sub>33'</sub>への影響が無いことが確認された。さらに、アドミッタンスの周波数スペクトラムも実施例1と同様にスプリアスの無い良好なものであった。

【0075】また、本発明の超音波プローブの圧電振動子の端面を顕微鏡観察したところ、実施例1と同様に全チャンネルで電極層の断線はなく、クラックやチッピングの発生は極僅かであることが確認された。

【0076】上記したように、電極層のビッカース硬度(V<sub>HN</sub>)とその厚みTとが $3.0 \leq V_{HN} \leq 11.0$ 、 $0.3 \leq T \leq 5.0$ の両条件を満たすとともに、硬度と厚みの積(V<sub>HN</sub>・T)が $1.5 \leq V_{HN} \times T \leq 4.00$ の範囲内にあるように電極を構成することにより、従来振動子に生じていたクラック、チッピングの増加などを抑制でき、従来に比べ高感度な超音波プローブを、高い歩留まりを維持しつつ作製することが可能である。

【0077】図7は、本発明の超音波プローブにおける電極の硬度と厚さの間の好ましい関係を示した特性図であり、図7に示されるように厚みTが $0.5 \leq T \leq 4.0$ 、かつビッカース硬度と厚みの積V<sub>HN</sub>×Tが $2.5 \leq V_{HN} \times T \leq 3.20$ を満たすことが望ましい。

【0078】また、図8は、本発明の超音波プローブにおける電極の硬度と厚さの間のさらに好ましい関係を示した特性図であり、より好ましくは厚みTが $0.8 \leq T \leq 3.0$ 、かつビッカース硬度と厚みの積V<sub>HN</sub>×Tが $4.0 \leq V_{HN} \times T \leq 2.40$ を満たすと良い。

【0079】なお、上記した条件は、2層構造の電極に対して適用することができ、さらに3層以上の構造を有する電極に対しても適用することができる。2層構造を有する電極については、上層の金属層の酸化を防止する元素が添加されていることが好ましい。この元素は

前記金属層の表面側に選択的に添加されていることが望ましい。

【0080】前記金属層として、Cu、Niのうち少なくとも1種を主成分とした層を用いる場合には、当該金属層にはAu、Agのうち少なくとも1種の元素が添加されていることが望ましい。

【0081】上記した元素が前記金属層の表面側に選択的に添加されている場合において、添加部分の上記金属層表面からの深さは、例えば5nm～50nmとすることが可能である。また、添加元素の前記金属層表面における濃度は、例えば50重量%～75重量%とすることが可能である。

【0082】また、第2層、若しくは所定硬度を有する電極層として、Alやその合金、例えばAl-Si合金を用いることも可能である。これらの材料からなる電極層も他の配線材料に対して密着性が良く、ハンダ付け等が可能である。

【0083】図9は、本発明の超音波診断装置の構成を示す概略図である。図9(a)に示すように、上記実施形態に示した本発明の超音波プローブで得られた信号は信号処理装置に伝送され、この信号処理装置における信号処理により画像モニタに画像が写し出される。この装置の構成は、図9(b)に示すように、圧電体91を備えた超音波プローブ92にケーブル93の一端が接続され、さらにこのケーブル93の他端は信号処理装置94に接続されている。超音波プローブ92で得られた信号はケーブル93により信号処理装置94に伝送され、この信号処理装置94において信号処理が行われる。信号処理結果は、画像モニタ95に超音波画像96として写し出される。

【0084】以上、本発明の実施例を述べたが、本発明は上記実施例に限定されるものではない。例えば、前記した超音波プローブ及び超音波診断装置以外に他の超音波送受振素子、あるいは結石破碎装置の超音波送波器にも適用可能である。その他、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で種々変形して実施することが可能である。

【0085】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、短冊状の振動子をアレイ状に配列した超音波プローブで、少なくとも3種以上の金属層、若しくは所定の硬度及び厚さで構成された金属層を電極として用いることにより、音響インピーダンスが小さいパッキング材を使用した場合に生じていた切削性の低下によるアレイ加工時の歩留まりの低下がなく、高感度且つ広帯域な特性を有する、高品質で信頼性の高い超音波プローブを提供することができる。したがって、医用診断装置などの診断性能の向上に顕著な効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明にかかる超音波プローブの構成を示す斜視図。

【図2】 本発明と従来例の圧電振動子のチッピング、クラック、及び断線の様子を示す断面図。

【図3】 本発明と従来例における圧電振動子のアドミッタンスのスペクトラムを示す特性図。

【図4】 電極の第2層の厚さと超音波プローブの歩留まりとの関係を示す特性図。

【図5】 本発明にかかる超音波プローブの他の実施例の構成を示す斜視図。

【図6】 本発明の超音波プローブにおける電極の硬度と厚さの間の関係を示した特性図。

【図7】 本発明の超音波プローブにおける電極の硬度と厚さの間の好ましい関係を示した特性図。

【図8】 本発明の超音波プローブにおける電極の硬度と厚さの間のさらに好ましい関係を示した特性図。

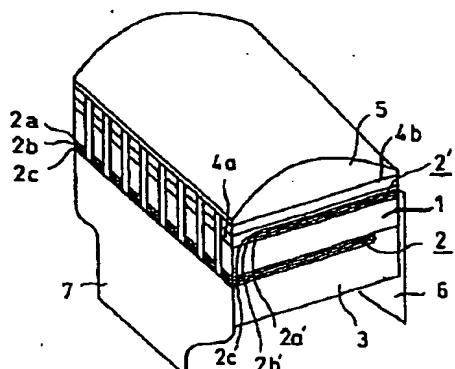
【図9】 本発明の超音波診断装置の構成を示す概略

図。

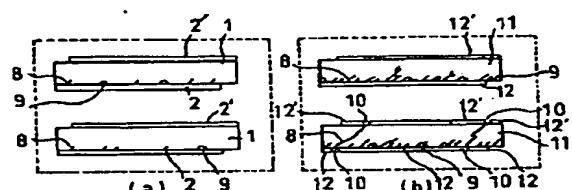
【符号の説明】

- 1、11…圧電体
- 2、2'、12、12'…電極
- 2a、2a'…第1層の電極層
- 2b、2b'…第2層の電極層
- 2c、2c'…第3層の電極層
- 3…パッキング材
- 4a、4b…音響マッチング層
- 5…音響レンズ
- 6…アース板
- 7…FPC
- 8…クラック
- 9…チッピング
- 10…電極層の断線

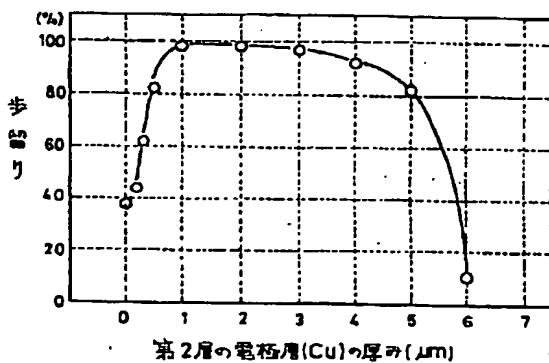
【図1】



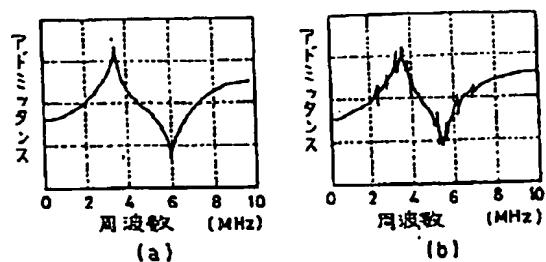
【図2】



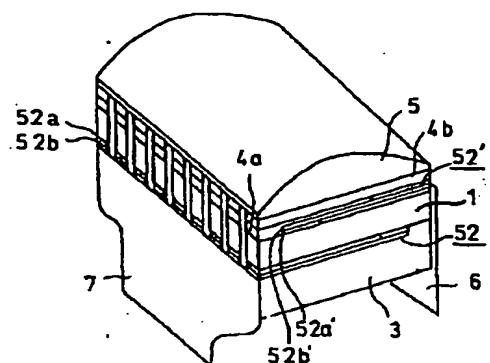
【図4】



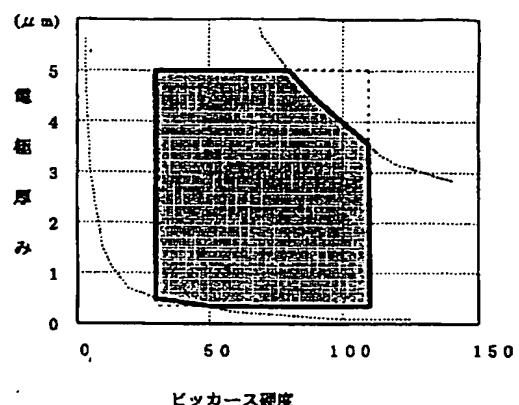
【図3】



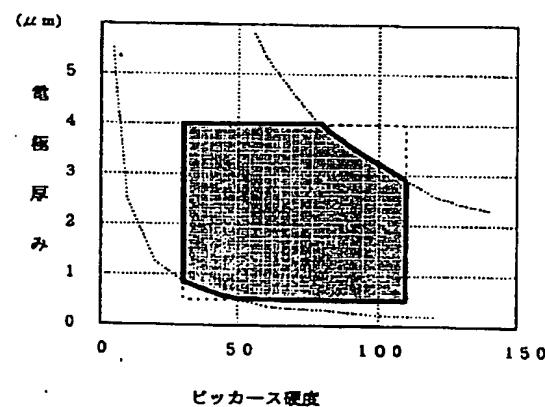
【図5】



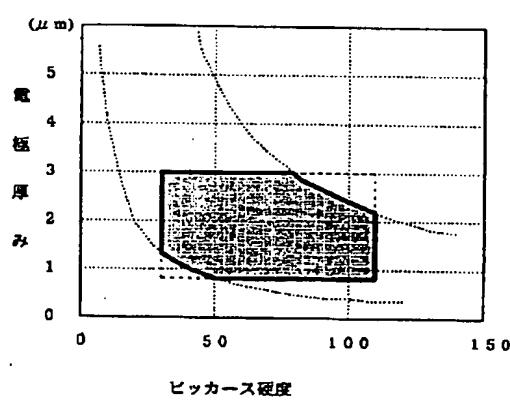
【図6】



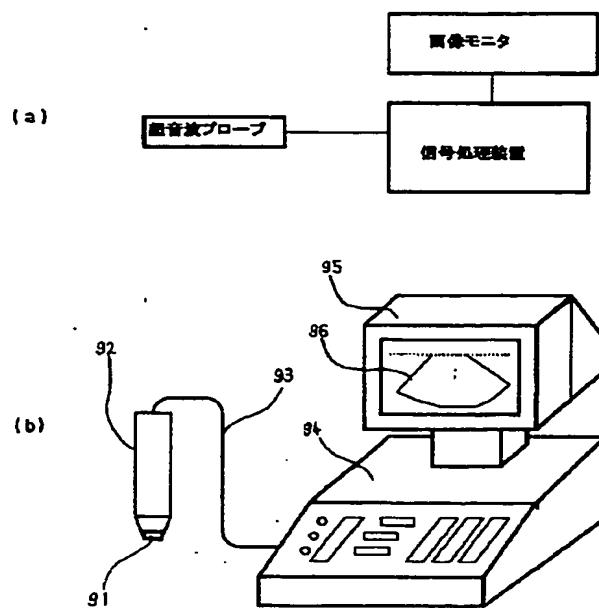
【図7】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

(72)発明者 島貫 専治

神奈川県川崎市幸区柳町70番地 株式会社  
東芝柳町工場内

(72)発明者 原田 耕一

神奈川県川崎市幸区柳町70番地 株式会社  
東芝柳町工場内

**Patent/ public disclosure document**

**1999155859**

[Abstract(made by the applicant)] [Claims] [Detail Description] [Drawing Description]

**PATOLIS will not assume the accuracy or the reliability of the translation provided automatically by computer and will not be responsible for any errors, omissions or ambiguities in the translations and any damages caused by the use of the translation.**

---

(57)  
[ABSTRACT]

[PROBLEM TO BE SOLVED]

Acoustic impedance is small, and, in supersonic wave probe which arranged a lot of oscillator in the shape of array, soft backing material is employed, while holding good array workability, supersonic wave professional - probe which is high sensitivity is provided.

[SOLUTION]

Ultrasound probe comprising oscillator-shaped a strip of paper arranged in the shape of piezoelectric sex crystal material or array, metal layer comprising of tertiary bed based on, at a minimum, among the second bed based on, at a minimum, among the first bed based on, at a minimum, among it is arranged on in this oscillator Ti, Ni, Cr one kind, Cu, Ni one kind, and Cu, Au, Pt, Ag, Pd one kind, and backing material installed in the oscillator.

---

[WHAT IS CLAIMED IS:]

[Claim 1]

Ultrasound probe; comprising: Strip of paper arranged in the shape of array by piezoelectric-related crystal material-shaped oscillator, Metal layer more than at least three kinds which are arranged by this oscillator, The backing material which this metal layer was gone through, and was installed in said oscillator.

[Claim 2]

Ultrasound probe as claimed in claim 1; comprising: Even if, at a minimum, at a minimum, with a few among the second metal layer based on one kind and Cu, Au, Pt, Ag, Pd among the first metal layer based on one kind, Cu, Ni among Ti, Ni, Cr from said oscillator side sequentially, said metal layer more than 3 varieties is metal layer of tertiary based on one kind.

[Claim 3]

Thickness T2 0. of the second said metal layer, Three mu m  $\square \dots$  T2  $\square \dots$  5. Ultrasound probe as claimed in claim 1 including a thing in area of 0 mu m or 2.

[Claim 4]

Thickness T2 0. of the second said metal layer, Five mu m  $\square \dots$  T2  $\square \dots$  4. Ultrasound probe as claimed in claim 1 including a thing in area of 0 mu m or 2.

[Claim 5]

Thickness T2 0. of the second said metal layer, Eight mu m  $\square \dots$  T2  $\square \dots$  3. Ultrasound probe as claimed in claim 1 including a thing in area of 0 mu m or 2.

[Claim 6]

Ultrasound probe; comprising: Strip of paper arranged in the shape of array by piezoelectric-related crystal material-shaped oscillator, Is arranged by this oscillator, electrode including metal layer satisfying  $\square \dots V_{HN} \square \sim T \square \dots 400 0.3 \square \dots T \square \dots 5.0$  and Vickers hardness and product  $V_{HN} \square \sim T$  15 of thickness 30  $\square \dots V_{HN} \square \dots 110$ , thickness T (mu m) Vickers hardness  $V_{HN}$ , The backing material which this electrode was gone through, and was installed in said oscillator.

[Claim 7]

Ultrasound probe; comprising: Strip of paper arranged in the shape of array by piezoelectric-related crystal material-shaped oscillator, Is arranged by this oscillator, electrode including metal layer satisfying  $\square \dots V_{HN} \square \sim T \square \dots 320 0.5 \square \dots T \square \dots 4.0$  and Vickers hardness and product  $V_{HN} \square \sim T$  25 of thickness 30  $\square \dots V_{HN} \square \dots 110$ , thickness T (mu m) Vickers hardness  $V_{HN}$ , The backing material which this electrode was gone through, and was installed in said oscillator.

[Claim 8]

Ultrasound probe; comprising: Strip of paper arranged in the shape of array by piezoelectric-related crystal material-shaped oscillator, Is arranged by this oscillator, electrode including metal layer satisfying  $\square \dots V_{HN} \square \sim T \square \dots 240$  0.8  $\square \dots T \square \dots 3.0$  and Vickers hardness and product  $V_{HN} \square \sim T$  40 of thickness 30  $\square \dots V_{HN} \square \dots 110$ , thickness T (mu m) Vickers hardness  $V_{HN}$ , The backing material which this electrode was gone through, and was installed in said oscillator.

[Claim 9]

Ultrasound probe; wherein; Strip of paper arranged in the shape of array by piezoelectric-related crystal material-shaped oscillator, The electrode which is arranged by this oscillator, The backing material which this electrode is gone through, and was installed by said oscillator is comprised, when above electrode processes tabular body comprising of above piezoelectric sexual crystal material into above strip of paper-shaped oscillator, metal layer preventing chipping of occurring above oscillator, crack is included.

[Claim 10]

Ultrasound probe as claimed in claim 6 - 9; wherein; Said metal layer is bed based on at least one kind among Cu, Ni.

[Claim 11]

Ultrasound probe as claimed in claim 6 - 10; wherein; An element preventing oxidation of said metal layer is added in said metal layer.

[Claim 12]

Ultrasound probe; according to claim 10 wherein; At least one kind of element is added in said metal layer among Au, Ag.

[Claim 13]

Ultrasound probe as claimed in claim 11 or 12; wherein; Said element is doped selectively by the face side of said metal layer.

[Claim 14]

Acoustic impedance Zb 1. of said backing material,  $0*10^6 \text{ kg/m}^2 \text{ s} \square \dots Zb \square \dots 5$ . Ultrasound probe as claimed in claim 1 including a thing in area of  $0*10^6 \text{ kg/m}^2 \text{ s} - 13$ .

[Claim 15]

As piezoelectric of said oscillator-related crystal material, it is  $\text{Pb} ((\text{M1}_{1/3} \text{Nb}_{(2/3)})_{-(2z/3)} \text{Ta}_{2z/3})_{1-x-y} \text{Ti}_x \text{M2}_y \text{O}_3$  (at a minimum, metal of one, persuasion, x, y and z, each 0. which M1 is chosen as Zn, Ni and metal of at least 1 chosen among Mg, M2 by Pt, Fe, Bi, Rh and Ir) Five  $\square \dots x \square \dots 0.2, 0 \square \dots y \square \dots 0.01, 0 \square \dots z \square \dots 0$ . It is prescribed for 1 ). Supersonic wave professional - *bu* as claimed in claim 1 including the perovskite type multiple oxide which it appears, and is hyosa being used - 14.

[Claim 16]

As piezoelectric of said oscillator-related crystal material, it is  $\text{Pb} ((\text{M3}_{1/2} \text{Nb}_{(1/2)})_{-(z/2)} \text{Ta}_{z/2})_{1-x-y} \text{Ti}_x \text{M2}_y \text{O}_3$  (at a minimum, metal of one, persuasion, x, y and z, each 0. which, at a minimum, metal of one, M3 are chosen by Sc and In which M2 is chosen among Pt, Fe, Bi, Rh and Ir) Two  $\square \dots x \square \dots 0.6, 0 \square \dots y \square \dots 0.01, 0 \square \dots z \square \dots 0$ . It is prescribed for 1 ). Supersonic wave professional - *bu* as claimed in claim 1 including the perovskite type multiple oxide which it appears, and is hyosa being used - 14.

[Claim 17]

As piezoelectric of said oscillator-related crystal material, it is  $\text{Pb} ((\text{Zn}_{1/3} \text{Nb}_{(2/3)})_{1-x} \text{Ti}_x \text{O}_3 (x 0.5 \square \dots x \square \dots 0)$ . It is prescribed for 2 ). Supersonic wave professional - *bu* as claimed in claim 1 including the perovskite type multiple oxide which it appears, and is hyosa being used - 14.

[Claim 18]

Claim 1 - supersonic wave pro - *bu* as claimed in 17; wherein; Piezoelectric of said oscillator-related crystal material consists of single crystal.

[Claim 19]

Ultrasonic diagnostic equipment; wherein; Claim 1 - supersonic wave pro - *bu* as claimed in 18 was used.

---

**[DETAILED DESCRIPTION OF THE INVENTION]**

**[0001]**

**[TECHNICAL FIELD OF THE INVENTION]**

The present invention relates to supersonic wave pro - *bu* with the use of piezoelectric-related crystal material and ultrasonic diagnostic equipment with the use of this.

**[0002]**

**[PRIOR ART]**

There is flaw detection apparatus to check medical diagnosis apparatus to inspect the human organism inside in the echogram apparatus that supersonic wave pro - *bu* was used and metal structure interior defect. The *kara* - furo - mapping (C FM) method how *kara* - displays 2 dimensions of blood flow rate is developed as well as fault image of human organism (B mo - terrible image) in medical diagnosis apparatus by terrible pula shift by supersonic blood stream. Center frequency of supersonic wave pro - *bu* is designed by means of the diagnosis object variously, but, frequency for terrible plastic model - *do* getting center frequency of professional - *bu* to get this B mo - terrible image and C FM image (terrible pula reference frequency) , by way of example only,, former 3. 75MHz, latter 2. There are two kinds of cases to set foreign frequency to say 5MHz.

**[0003]**

The reason why terrible pula reference frequency is set in low value than center frequency is that effect of organism attenuation is reduced, and the reason is because provided signal level becomes small so that echo from terrible plastic model - terribly minute blood corpuscle is using eco--.

**[0004]**

Therefore, The thing that big signal level is provided in terrible pula reference frequency as well as frequency for B mo - terrible image for supersonic wave pro - *bu* is desirable. If it says, and it is exchanged, *kokandoka* of probe that wide frequency band is extended over is pursued.

**[0005]**

**[PROBLEM TO BE SOLVED BY THE INVENTION]**

Like the above, The thing that supersonic wave pro - *bu* extends over wide frequency domain, and big signal level is provided is desirable. It is conceivable that a sound *inpi* - dance uses small material as the backing material which was installed in back face of element to control remaining jolt of supersonic wave transmission and reception element as measure planning *kokandoka* of supersonic wave pro - *bu*.

**[0006]**

However, In general terms, in ultrasound probe with the use of produced ceramics, *kokandoka* of center frequency around professional - *bu* can be surely realized by this measure, but, gain of spaced-apart frequency falls from center frequency in on the other hand, narrow-band becomes as the whole.

**[0007]**

Fall of workability when acoustic impedance used small material in backing material as another big problems is given. At first, in the ultrasound probe which arranged current strip of paper-shaped oscillator in the shape of array a lot, big oscillator board is bonded to backing material, the array which die thing saw is used, and this is cut in small lattice parameter, and is prepared is processed, oscillator group arranged in the shape of array is got. It is in the factor which decreases yield in probe manufacture when machining characteristics of oscillator are inferior to 00 equation 1 mu m and emergency from 0 equation 1 mu m finely lattice parameter of this array processing. The acoustic impedance mentioned above compares small material with big material, and it tends to be soft. Because of this, Nonconformity

to describe the following in the case of the array processing occurs.

[0008]

If backing material is soft, one, oscillator in array processing is not fixed enough, for stress to receive from blade in machining, machining is done in the condition which is the instability which blurring is easy to produce by oscillator. In addition, The backing material which is soft raw material causes blocking in blade of die thing saw one more, machining characteristics fall. It is caused about these, and small chipping and crack occur to one 1, breaking of wire of electrode layers of oscillator, gain fall occur, yield of probe fell.

[0009]

Even if acoustic impedance is small, and object of the invention employs soft backing material, while maintaining good array workability, it is to plan *kokandoka* of ultrasound probe.

[0010]

#### [MEANS TO SOLVE THE PROBLEM]

A providing ultrasound probe comprising strip of paper that the present invention is arranged in the shape of array by piezoelectric-related crystal material to solve a previously described problem-shaped oscillator, the metal layer which, at a minimum, is older than three kinds arranged on this oscillator, and the backing material which this metal layer was gone through, and was installed in the oscillator.

[0011]

In the described above present invention, the following aspects are preferable. (1) Even if, at a minimum, at a minimum, with a few among the second metal layer based on one kind and Cu, Au, Pt, Ag, Pd among the first metal layer based on one kind, Cu, Ni among Ti, Ni, Cr from the oscillator side sequentially, the metal layer more than three kinds is things having metal layer of tertiary based on one kind.

[0012]

(2) Thickness T2 0. of the second metal layer, Three mu m □... T2 □... 5. A thing in area of 0 mu m.  
(3) Thickness T2 0. of the second metal layer, Five mu m □... T2 □... 4. A thing in area of 0 mu m.

[0013]

(4) Thickness T2 0. of the second metal layer, Eight mu m □... T2 □... 3. A thing in area of 0 mu m. In addition, The present invention is arranged on strip of paper arranged in the shape of array by piezoelectric-related crystal material-shaped oscillator and this oscillator, Vickers hardness  $V_{HN}$  provides ultrasound probe including 30 □...  $V_{HN}$  □... 110, thickness T (mu m) having comprised the backing material which 0.3 □... T □... 5.0 and Vickers hardness and product  $V_{HN} \square \sim T$  15 of thickness goes through electrode including metal layer satisfying □...  $V_{HN} \square \sim T$  □... 400 and this electrode, and was installed in the oscillator.

[0014]

In the working present invention, the following aspects are preferable. (1) The metal layer is for thickness T (mu m) to be 0.5 □... T □... 4.0 and the thing that Vickers hardness and product  $V_{HN} \square \sim T$  25 of thickness satisfies □...  $V_{HN} \square \sim T$  □... 320.

[0015]

(2) The metal layer is for thickness T (mu m) to be 0.8 □... T □... 3.0 and the thing that Vickers hardness and product  $V_{HN} \square \sim T$  40 of thickness satisfies □...  $V_{HN} \square \sim T$  □... 240. (3) The metal layer being bed based on at least one kind among Cu, Ni.

[0016]

In more addition, The present invention provides ultrasound probe including a thing including metal layer to prevent in chipping of the oscillator, crack.

[0017]

In the present invention to take, the metal layer is bed based on at least one kind among Cu, Ni. This situation is preferable. In addition, In each described above invention, a thing having the following

assembling is desirable.

[0018]

(1) Acoustic impedance  $Z_b$  1. of the backing material,  $0*10^6 \text{ kg/m}^2 \text{ s}^{-1}$   $Z_b$   $5$ . A thing in area of  $0*10^6 \text{ kg/m}^2 \text{ s}^{-1}$ . (2) As piezoelectric of the oscillator-related crystal material, it is  $\text{Pb} ((\text{M1}_{1/3} \text{Nb}_{(2/3)})_{-(2z/3)} \text{Ta}_{2z/3})_{1-x-y} \text{Ti}_x \text{M2}_y \text{O}_3$  (at a minimum, metal of one, persuasion, x, y and z, each 0. which M1 is chosen as Zn, Ni and metal of at least 1 chosen among Mg, M2 by Pt, Fe, Bi, Rh and Ir) Five  $x$   $0.2, 0$   $y$   $0.01$  (it is preferable, 0.) One  $x$   $y$   $0.01$  ). 0  $z$   $0$ . It is prescribed for 1 ). The perovskite type multiple oxide which it appears, and is hyosa being used.

[0019]

(3) As piezoelectric of the oscillator-related crystal material, it is  $\text{Pb} ((\text{M3}_{1/2} \text{Nb}_{(1/2)})_{-(z/2)} \text{Ta}_{z/2})_{1-x-y} \text{Ti}_x \text{M2}_y \text{O}_3$  (at a minimum, metal of one, persuasion, x, y and z, each 0. which, at a minimum, metal of one, M3 are chosen by Sc and In which M2 is chosen among Pt, Fe, Bi, Rh and Ir) Two  $x$   $0.6, 0$   $y$   $0.01$  (it is preferable, 0.) One  $x$   $y$   $0.01$  ). 0  $z$   $0$ . It is prescribed for 1 ). The perovskite type multiple oxide which it appears, and is hyosa being used.

[0020]

(4) As piezoelectric of the oscillator-related crystal material, it is  $\text{Pb} ((\text{Zn}_{1/3} \text{Nb}_{(2/3)})_{1-x} \text{Ti}_x \text{O}_3 (x.0.)$  Five  $x$   $0$ . It is prescribed for 2 ). The perovskite type multiple oxide which it appears, and is hyosa being used.

[0021]

(5) Piezoelectric of the oscillator-related crystal material is a thing comprising of single crystal. (6) The metal layer (a case comprising of the metal layer that the metal layer is more than three kinds the second metal layer.) The element that *ni* prevents oxidation of the metal layer being doped.

[0022]

(7) The metal layer (a case comprising of the metal layer that the metal layer is more than three kinds the second metal layer.) At least one kind of element being doped among Au, Ag as for *ni*.

[0023]

(8) The element being doped selectively by the face side of the metal layer. In addition, The present invention provides ultrasonic diagnostic equipment including a thing with the use of described above supersonic wave pro - *bu*.

[0024]

#### [MODE FOR CARRYING OUT THE INVENTION]

In oscillator of supersonic wave pro - *bu* concerning the present invention, electrode configured in electrode by at least three kinds of metal layer or appointed hardness and caliper is used. In particular, Preferably even if there is a little among Cu, Ni in the class of polar the second, metal layer based on one kind (the alloy layer with Cu and Ni is included, too.) It is used *ga*.

[0025]

Even if acoustic impedance is small, and, by hanging assembling, a thing of soft material is used as backing material bonded to contralateral face in restraint of remaining jolt with acoustic emission side of oscillator, superscription oscillator is held for stress in machining impregnably by backing material so that it is compared, and acoustic impedance is massive, and there are electrode layers of the second firm superscription bed or appointed hardness only in appointed caliper.

[0026]

Even more particularly, For blocking of blade, it is effective in the class of the second or appointed hardness of the metal layer and electrode layers of thickness scratch backing material bonding to blade, and dropping. The fall that machining in array processing is more sexual can be controlled about these, before oscillator can control produced crack, augmentation of chipping, while it is compared with before, and holding yield to be high in the ultrasound probe which is high sensitivity, it can be made.

[0027]

It is desirable among the metal layer class of the second or, at a minimum, to use a thing based on one kind among Cu, Ni as electrode layers of predetermined hardness. By this assembling, At a minimum, other than the described above effect becoming remarkable, adhesive property of the second bed as opposed to tertiary bed based on one kind can be kept among the first bed based on at least one kind and Cu, Au, Pt, Ag, Pd among Ti, Ni, Cr well. In addition, As for the class based on at least one kind of the first, adhesive property is particularly preferable between perovskite mold multiple oxide piezoelectric sexual crystal material composing the oscillator among Ti, Ni, Cr. Adhesive property is good for tertiary bed based on at least one kind as against layout material of other among Cu, Au, Pt, Ag, Pd, and soldering is possible.

[0028]

The second tabular caliper T2 0. of the metal layer, More than three mu m, it is 5. It is set by less than 0 mu m, and a thing is desirable, and preferably it is 0. More than five mu m, it is 4. More preferably than less than 0 mu m it is 0. More than eight mu m, it is 3. It is preferable when set by less than 0 mu m.

[0029]

The second tabular caliper 0. In that case of less than three mu m, depression effect of workability fall is hard to come to appear conspicuously, when five mu m is gone over, fall of workability can control enough, but, superscription metal layer is easy to come to exfoliate, and electrical services machine bond coefficient of oscillator falls, fall of transmission and reception gain is easy to become produce.

[0030]

In addition, As hardness of metal layer and connection of thickness, Vickers hardness  $V_{HN}$  gets possible to get superscription effect by means of  $30 \square \dots V_{HN} \square \dots 110$ , thickness T (mu m) using electrode including the metal layer that  $0.3 \square \dots T \square \dots 5.0$  and Vickers hardness and product  $V_{HN} \square \sim T 15$  of thickness satisfies  $\square \dots V_{HN} \square \sim T \square \dots 400$ . Depression effect of workability fall is hard to come to appear in the event of less than lower limit value of each equation conspicuously, when ceiling value of each equation is gone over, fall of workability can control enough, but, superscription metal layer is easy to come to exfoliate, and electrical services machine bond coefficient of oscillator falls, fall of transmission and reception gain is easy to become produce.

[0031]

In here, It is desirable thickness T 0.5  $\square \dots T \square \dots 4.0$  and for Vickers hardness and product  $V_{HN} \square \sim T 25$  of thickness satisfies  $\square \dots V_{HN} \square \sim T \square \dots 320$ , and more preferably thickness T 0.8 are preferable when  $\square \dots T \square \dots 3.0$  and Vickers hardness and product  $V_{HN} \square \sim T 40$  of thickness satisfies  $\square \dots V_{HN} \square \sim T \square \dots 240$ .

[0032]

In addition, For backing material, acoustic impedance  $Zb 1.0 \times 10^6 \text{ kg/m}^2 \text{ s} \square \dots Zb \square \dots 5$ . It is preferable to use a thing comprising of material of  $0 \times 10^6 \text{ kg/m}^2 \text{ s}$ . By this, Conventional acoustic impedance 5. In comparison with a case with the use of backing material of greater than  $0 \times 10^6 \text{ kg/m}^2 \text{ s}$ , the ultrasound probe which is high sensitivity gets possible to be got.

[0033]

Acoustic impedance 1. of backing material In that case of less than  $0 \times 10^6 \text{ kg/m}^2 \text{ s}$ , remaining vibratory depression effect of oscillator is hard to become get enough, resolution of probe is easy to come to fall, acoustic impedance 5. A case of greater than  $0 \times 10^6 \text{ kg/m}^2 \text{ s}$  is enough for control of remaining jolt of oscillator, but, gain of probe is easy to come to fall remarkably.

[0034]

#### [EXAMPLE]

As follows, While referring to drawing in embodiment of the present invention, it is explained in detail. It is example 1 spelter lead niobate - lead titanate ( $\text{Pb} ((\text{Zn}_{1/3} \text{Nb}_{(2/3)})_{1-x} \text{Ti}_x) \text{O}_3 (x 0.)$  Five  $\square \dots x$

□... 0. Supersonic wave pro - *bu* was made by means of piezoelectric single crystal of two). It is fineness 99. as single crystal charge stock By means of Pb O more than 99%, Zn O, Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, Ti O<sub>2</sub>, spelter lead niobate and lead titanate are 91:00 Weighing capacity is done for the purpose of becoming nine mole ratio, it is 1. of single crystal charge stock as \* materials Pb O of double was added. [0035]

This mixture is mixed by *rai*\* airplane enough for 20 minutes, it is filled with platina crucible of 250cc, it heats to 1270 degrees Celsius in electric furnace, it held for ten hours. Afterwards, Annealing is done to 900 degrees Celsius at the rate of 1 degree Celsius /h, it cooled off to room temperature naturally.

[0036]

Next, \* materials are broken from single crystal in platina crucible and mixed solid matter of \* materials, medius single crystal block was taken out. About 35mm parallel 6 somatic single crystal is provided round one side, that perovskite configuration was comprised in X-ray diffraction was ensured. It is settled in <001> azimuth by observing the single crystal block in *rauekamera*, slice is done in 1mm *atsu* in *daiyamondokatta* - in this plumb, one side got about 25mm (001) wafers.

[0037]

Next, Piezoelectric oscillator with the use of electrode comprising of two kinds of metal layer was made for the object which measured the electric machine bond coefficient k33 □OE. It is 0. in abrasives of # 2000 on both sides of the (001) wafer It studies hard in caliper of 24mm, two kinds of metal layer is formed in *supattametaraizu* on piezoelectric somatic both sides, electrode was composed by this, and parallel-shaped piezoelectric oscillator was made. Electrode is caliper 0. from the bed which is near to piezoelectric body sequentially It was composed in the Ti layer, Au bed of 0.2 caliper mu m of five mu m.

[0038]

It is 12mm wide □~ 14mm long □~ caliper 0. from this tabular piezoelectric oscillator Electric field of 600V /mm is applied in strip of paper of 24mm-shaped oscillator 10 of them excision, *shiriko - noiru* of 210 degrees Celsius for 10 minutes, it was cooled to 40 degrees Celsius that held electric field, and polarization aftertreatment was put. After this, As a result of having measured electric machine bond coefficient k33 □OE of the piezoelectric oscillator, it was with k33 □OE =84% in average.

[0039]

Next, Manufacture method of supersonic wave professional - *bu* having piezoelectric oscillator with the use of electrode comprising of three kinds of metal layer is described. FIG. 1 is virgule to show assembling of this supersonic wave pro - *bu*. Both sides of another (001) wafer which has begun to be cut from the single crystal block are ground in 240 mu m in abrasive of # 2000, three kinds of metal layer was supattametaraizushi on both sides of piezoelectric body 1, and electrode 2, two □OE were composed. Electrode is caliper 0. from the bed which is near to piezoelectric body 1 sequentially Ti layer 2a of five mu m, 2a □OE, caliper 1. Cu layer 2b of 0 mu m, 2b □OE, caliper 0. It was composed in Au layer 2c of two mu m, 2c □OE.

[0040]

Next, It is 20mm wide □~ 14mm long □~ caliper 0. in *daishinguso* - with this electrode 2, two □OE, piezoelectric body 1 respectively It is machined to 24mm, tabular oscillator was got. Electric field of 600V /mm is applied in *shiriko - noiru* of 210 degrees Celsius in this for 10 minutes, it was cooled to 40 degrees Celsius that held electric field, and polarization aftertreatment was put. After this, It was kt =54% when electric machine bond coefficient kt was measured.

[0041]

Next, Soldering does *a* - board 6 comprising of copper foil in another face with flexible layout base (F PC) 7 of 128 ch in one side of the tabular oscillator, electrode of the backside of the division which did each soldering was removed by etch.

[0042]

Next, In the face which installed an F PC, from gum and resinous compost, acoustic impedance 2. Each adhesively bonded class 4a, 4b which matched backing material 3 of  $2 \times 10^6$  kg/ m<sup>2</sup> s in the face which

installed  $\alpha$  - board 7. Nearby, matching layer 4a, acoustic impedance of 4b are set for phase in the direction which goes from the tabular oscillator to acoustic lens 5 described below by acoustic impedance of acoustic lens 5.

[0043]

Next, Bed 4a, 4b and superscription tabular oscillator it be added and channel pace of F PC 7 (150  $\mu$ m), and to match (electrode 2, two  $\square$ CE and piezoelectric body 1), in *daishinguso* -, of 30 wide  $\mu$ m, it moved slightly, and array was processed into 128 element in 400 deep  $\mu$ m by - *do*. As this occurs, lobation was in backing material only depth of about 50  $\mu$ m. Even more particularly, Acoustic lens 5 is bonded to matching layer 4b, supersonic wave pro - *bu* shown in FIG. 1 was made.

[0044]

Echo Eco - of this supersonic wave pro - *bu* is measured by pulse Eco - method, it is 3. from all 128 channel element 55  $\square$  0. Eco-- having center frequency of less than 15MHz is received. In addition, The ratio band of -6 dB became 102% in average. By reason of comparison with this probe, acoustic impedance 5. based on ferrite gum Probe is made in this probe and same material, the same specification except that backing material of  $5 \times 10^6$  kg/  $m^2$  s was used, gain improvement of 3-5 dB is ensured when receipt of letter level of echo is measured.

[0045]

Acoustic impedance 5. ratio band of -6 dB In comparison with 106% of probe with the use of the backing material of  $5 \times 10^6$  kg/  $m^2$  s, it became slightly small, but, there was a little the degree, and this band was the value which could set *doppurarfaren* frequency of a wide area than probe with the use of conventional PZT ceramics.

[0046]

Next, Ultrasound probe of the present invention which got supersonic wave professional - *bu* with the use of electrode comprising of supersonic wave professional - *bu* with the use of electrode comprising of two kinds of metal layer and three kinds of metal layer of the present invention by the for comparison described above method is soaked within epoxy break away materials, backing material 3 and sound matching bed 4a, 4b were exfoliated from strip of paper-shaped piezoelectric oscillator, and strip of paper-shaped piezoelectric oscillator elementary substance was got.

[0047]

$k_{33} \square$ CE = 84% are provided in average of 128 channel when  $k_{33} \square$ CE of provided oscillator is measured, the electrode layers show value of  $k_{33} \square$ CE and equivalence of piezoelectric oscillator comprising of two levels of Ti bed and Au bed , even more particularly, frequency spectrum of an admittance is excellence without *supuriasu* as shown in FIG. 3 (a), too. By this, That there is not effect to  $k_{33} \square$ CE by electrode layers 2, two  $\square$ CE having become thick is confirmed in ultrasound probe of the present invention.

[0048]

In addition, There is not breaking of wire of electrode layers in all channel as shown in FIG. 2 (a) when microscope observes an end face of piezoelectric oscillator of ultrasound probe of the present invention, and, as for crack 8 and the evolution of chipping 9, there is a little pole. This situation is confirmed.

[0049]

By means of the wafer which has begun to be cut from single crystal block same as one comparative example example 1 (001), similar was ground. Three kinds of metal layer is supattametaraizushi on piezoelectric somatic both sides, electrode was composed. Electrode 12, 12  $\square$ CE are 0. from the bed which is near to piezoelectric body 11 sequentially Ti bed of five  $\mu$ m caliper, 0. Cu bed of two  $\mu$ m caliper, 0. It was composed with the Au layer of two  $\mu$ m caliper. It is 20mm wide  $\square$ ~ 14mm long  $\square$ ~ caliper 0. from the wafer which formed electrode 12, 12  $\square$ CE (001) Polarization processed tabular piezoelectric oscillator of 24mm same as excision, example 1.

[0050]

Next, Adhesion of F PC and  $\alpha$  - board and polar etch were done same as example 1. Even more particularly, In the face which installed an F PC, from gum and resinous compost, acoustic impedance 2.

Backing material of  $2 \times 10^6 \text{ kg/m}^2 \text{ s}$  was adhesively bonded. As follows, Matching tabular adhesion, array processing to 128 channel of piezoelectric oscillator, adhesion of acoustic lens identify with example 1, ultrasound probe was made.

[0051]

Echo was determination impotence, and the thing that became poor was understood in 13 channel out of 128 channel when echo Eco - of this supersonic wave pro - *bu* was measured by pulse eco-- method. It is 3. from remaining channel 60  $\square \} 0$ . Eco-- having center frequency of less than 25MHz is received. In addition, When ratio band of -6 dB removed poor channel, 92% were become in average.

[0052]

Next, This probe is soaked within epoxy break away materials,  $k33 \square \Omega = 79\%$  were provided in average of 115 channel aside from a bad element when  $k33 \square \Omega$  was measured same as example 1. There was much *supuriasu*, and there was much element which was not clear, and resonance point, anti-resonance point were seen in frequency spectrum of an admittance more as shown in FIG. 3 (b).

[0053]

In addition, There is much crack 8 produced in array processing in an element of all channel as shown in FIG. 2 (b) and chipping 9, and it occurs when microscope observes an end face of oscillator of this probe, breaking of wire 10 produced in electrode 12 of 11 piezoelectric body face,  $12 \square \Omega$  by crack in oscillator of the channel that echo was determination defectiveness.

[0054]

FIG. 1 in example 1 is used in the example 2 present embodiment, and it is explained. By means of the wafer which has begun to be cut from single crystal block same as example 1 (001), similar was ground. Three kinds of metal layer was supattametaraizushi on both sides of piezoelectric body 1, and electrode was composed. Electrode is caliper 0. from the bed which is near to piezoelectric body sequentially Ti layer 2a of five mu m, 2a  $\square \Omega$ , caliper 2. Cu layer 2b of 0 mu m, 2b  $\square \Omega$ , caliper 0. It was composed in Au layer 2c of two mu m, 2c  $\square \Omega$ .

[0055]

It is 20mm wide  $\square \sim 14\text{mm}$  long  $\square \sim$  caliper 0. from the wafer which formed electrode (001) Polarization processed tabular oscillator of 24mm same as excision, example 1. Next, F PC 7 and adhesion of *a* - board 6 and polar etch were done same as example 1.

[0056]

Next, It was based on chloroprene rubber, and acoustic impedance  $3.5 \times 10^6$  bonded backing material 3 of six  $\text{kg/m}^2 \text{ s}$  to the face which installed F PC 7. As follows, Matching layer 4a, adhesion of 4b, array processing to 128 channel of piezoelectric oscillator, adhesion of acoustic lens 5 identify with example 1, ultrasound probe was made.

[0057]

Echo Eco - of this supersonic wave pro - *bu* is measured by pulse Eco - method, it is 3. from all element 46  $\square \} 0$ . Eco-- having center frequency of less than 15MHz is received, the ratio band of -6 dB became 104% in average. Acoustic impedance 5. that the receipt of letter level of echo made by reason of comparison In comparison with the ultrasound probe with the use of backing material of  $5 \times 10^6 \text{ kg/m}^2 \text{ s}$ , gain improvement of 2-4 dB is confirmed.

[0058]

Acoustic impedance 5. ratio band of -6 dB It became slightly small in comparison with 106% of ultrasound probe with the use of backing material of  $5 \times 10^6 \text{ kg/m}^2 \text{ s}$ , but, there was a little the degree, and this band was the value which could set *doppurarfaren* frequency of a wide area than probe with the use of conventional PZT ceramics.

[0059]

Next, Ultrasound probe of the present invention which got supersonic wave professional - *bu* with the use of electrode comprising of supersonic wave professional - *bu* with the use of electrode comprising of two kinds of metal layer and three kinds of metal layer of the present invention by the for comparison described above method is soaked within epoxy break away materials, backing material 3 and sound

matching bed 4a, 4b were exfoliated from strip of paper-shaped piezoelectric oscillator, and strip of paper-shaped piezoelectric oscillator elementary substance was got.

[0060]

k33  $\square\text{CE}$  =83% are provided in average of 128 channel when k33  $\square\text{CE}$  of provided oscillator is measured, the electrode layers approximately show value of equivalence with k33  $\square\text{CE}$  of piezoelectric oscillator comprising of two levels of Ti bed and Au bed, electrode layers 2b, 2b  $\square\text{CE}$  are 2, in ultrasound probe of the present invention That there is not effect to k33  $\square\text{CE}$  by the thing that became thick is identified as 0 mu m. Even more particularly, Frequency spectrum of an admittance is excellence without *supuriasu* same as example 1, too.

[0061]

In addition, There is not breaking of wire of electrode layers in all channel same as example 1 when microscope observes an end face of piezoelectric oscillator of ultrasound probe of the present invention, and, as for the evolution of crack and chipping, there is a little pole. This situation is confirmed.

[0062]

By means of the wafer which has begun to be cut from single crystal block same as two comparative example example 1 (001), similar was ground. Three kinds of metal layer was supattametaraizushi on piezoelectric somatic both sides, and electrode was composed. Electrode is 0. from the bed which is near to piezoelectric body sequentially Ti bed of five mu m caliper, 6. Cu bed of 0 mu m caliper, 0. It was composed with the Au layer of two mu m caliper. It is 20mm wide  $\square\sim$  14mm long  $\square\sim$  caliper 0. from the wafer which formed electrode (001) Polarization processed tabular oscillator of 24mm same as excision, example 1.

[0063]

Next, Etch was done same as example 1 in adhesion of F PC and  $\alpha$  - board and electrode. Next, In the face which installed an F PC, it is based on chloroprene rubber, acoustic impedance 2. Backing material of  $2 \times 10^6$  kg/ m<sup>2</sup> s was adhesively bonded. As follows, Matching tabular adhesion, array processing to 128 channel of oscillator, adhesion of acoustic lens identify with example 1, ultrasound probe was made.

[0064]

However, at the time of just after electrode formation or array processing after matching stratification, the defectiveness that electrode layers exfoliate from piezoelectric body is frequent, the yield went low in emergency. As for this, the second tabular electrode layers are too thick, and it is thought that the reason is because it becomes unreasonable, and stress by heat aberration with other electrode layers and piezoelectric body is easy to have come to exfoliate.

[0065]

FIG. 6 is the character figure which connection with yield of caliper and ultrasound probe of the second tabular electrode layers was shown in. As shown in this figure, caliper 0. of the second electrode layers Less than three mu m and 5. It was found that yield suddenly deteriorated in area of greater than 0 mu m.

[0066]

As for the example 3 present embodiment, electrode comprising of two kinds of metal layer applied the present invention to piezoelectric body both sides as against formed ultrasound probe.

[0067]

FIG. 5 is virgule to show assembling of ultrasound probe of the present embodiment. Isologous character is referred to division same as FIG. 1, and persuasion, detailed description are omitted. By means of the wafer which has begun to be cut from single crystal block same as example 1 (001), similar was ground. Two kinds of metal layer was supattametaraizushi on both sides of piezoelectric body 1, and electrode was composed. Electrode is caliper 0. from the bed which is near to piezoelectric body sequentially Ti layer 52a of five mu m, 52a  $\square\text{CE}$ , caliper 1. It was composed in Cu layer 52b of five mu m, 52b  $\square\text{CE}$ .

[0068]

50 (unit nothing), the thickness T are T = 1. this Cu layer 52b, Vickers hardness of 52b  $\square\text{CE}$  ( $V_{HN}$ ) 30  $\square\ldots V_{HN} \square\ldots 110$  which are 5 ( $\mu\text{m}$ ), 0. Both condition of three  $\square\ldots T \square\ldots 5.0$  is satisfied, and there seem to be hardness and product of thickness ( $V_{HN} T$ ) in area of 15  $\square\ldots V_{HN} \square\sim T \square\ldots 400$ , and it is configured. FIG. 6 is the character figure which illustrated area of condition satisfied then. [0069]

It is 20mm wide  $\square\sim 14\text{mm}$  long  $\square\sim$  caliper 0. from the wafer which formed electrode (001) Polarization processed tabular oscillator of 24mm same as excision, example 1. Next, F PC 7 and adhesion of a - board 6 and polar etch were done same as example 1.

[0070]

Next, In the face which installed F PC 7, from gum and resinous compost, acoustic impedance 2.

Backing material 3 of  $2*10^6 \text{ kg/m}^2 \text{ s}$  was adhesively bonded. As follows, Matching layer 4a, adhesion of 4b, array processing to 128 channel of piezoelectric oscillator, adhesion of acoustic lens 5 identify with example 1, ultrasound probe was made.

[0071]

Echo Eco - of this supersonic wave pro - *bu* is measured by pulse Eco - method, it is 3. from all element 50  $\square\} 0$ . Eco-- having center frequency of less than 14MHz is received, the ratio band of -6 dB became 102% in average. Acoustic impedance 5. that the receipt of letter level of echo made by reason of comparison In comparison with the ultrasound probe with the use of backing material of  $5*10^6 \text{ kg/m}^2 \text{ s}$ , gain improvement of 3-5 dB is confirmed.

[0072]

Acoustic impedance 5. ratio band of -6 dB It became slightly small in comparison with 106% of ultrasound probe with the use of backing material of  $5*10^6 \text{ kg/m}^2 \text{ s}$ , but, there was a little the degree, and this band was the value which could set *doppurarfaren* frequency of a wide area than probe with the use of conventional PZT ceramics.

[0073]

Next, Ultrasound probe of the present invention which got previously described class of Ti and supersonic wave professional - *bu* with the use of electrode comprising of supersonic wave professional - *bu* with the use of electrode comprising of two kinds of Au tabular metal layer and two kinds of metal layer of the present invention by the for comparison described above method is soaked within epoxy break away materials, backing material 3 and sound matching bed 4a, 4b were exfoliated from strip of paper-shaped piezoelectric oscillator, and strip of paper-shaped piezoelectric oscillator elementary substance was got.

[0074]

$k_{33} \square\text{CE} = 84\%$  are provided in average of 128 channel when  $k_{33} \square\text{CE}$  of provided oscillator is measured, the electrode layers approximately show value of equivalence with  $k_{33} \square\text{CE}$  of piezoelectric oscillator comprising of two levels of Ti bed and Au bed, electrode layers 52b, 52b  $\square\text{CE}$  are 1. in ultrasound probe of the present invention That there is not effect to  $k_{33} \square\text{CE}$  by the thing that became thick is identified as five  $\mu\text{m}$ . Even more particularly, Frequency spectrum of an admittance is excellence without *supuriasu* same as example 1, too.

[0075]

In addition, There is not breaking of wire of electrode layers in all channel same as example 1 when microscope observes an end face of piezoelectric oscillator of ultrasound probe of the present invention, and, as for the evolution of crack and chipping, there is a little pole. This situation is confirmed.

[0076]

As depicted above, Vickers hardness of electrode layers ( $V_{HN}$ ) and the thickness T are  $30 \square\ldots V_{HN} \square\ldots 110$ , 0. Both condition of three  $\square\ldots T \square\ldots 5.0$  is satisfied, and before oscillator can control produced crack, augmentation of chipping by there seem to be hardness and product of thickness ( $V_{HN} T$ ) in area of 15  $\square\ldots V_{HN} \square\sim T \square\ldots 400$ , and composing electrode, while it is compared with before,

and holding yield to be high in the ultrasound probe which is high sensitivity, it can be made.

[0077]

It is the character figure which preferred connection between *things* of polar hardness and caliper in ultrasound probe of the present invention was shown in, and, FIG. 7, it is desirable that  $\square \dots T \square \dots 4.0$  and Vickers hardness and product  $V_{HN} \square \sim T 25$  of thickness satisfies  $\square \dots V_{HN} \square \sim T \square \dots 320$  thickness  $T 0.5$  as shown in FIG. 7.

[0078]

In addition, It is the character figure which, even more particularly, preferred connection between *things* of polar hardness and caliper in ultrasound probe of the present invention was shown in, and more preferably, FIG. 8, thickness  $T 0.8$  are preferable when  $\square \dots T \square \dots 3.0$  and Vickers hardness and product  $V_{HN} \square \sim T 40$  of thickness satisfies  $\square \dots V_{HN} \square \sim T \square \dots 240$ .

[0079]

In addition, Two levels of described above condition can be applied as against electrode of configuration , even more particularly, it can be applied to for electrode having the configuration that three levels are older than. About electrode having two levels of configuration, it is desirable that an element preventing oxidation of metal layer of hypoblast is doped. It is desirable for this element to be doped selectively by the face side of the metal layer.

[0080]

When bed based on at least one kind is used among Cu, Ni as the metal layer, it is desirable that, at a minimum, one kind of chemical element is doped among Au, Ag in the metal layer.

[0081]

When the described above element is doped selectively by the face side of the metal layer , by way of example only, depth from superscription metal layer face of addition division can do with 5nm - 50nm. In addition, For example, concentration in the metal layer face of additive element can be assumed 50 % by weight to 75 % by weight.

[0082]

In addition, For example, as the class of the second or electrode layers having the predetermined hardness, Al and the alloy can use Al-Si alloy. Adhesion is good for electrode layers comprising of these material as against other layout material, and soldering is possible.

[0083]

FIG. 9 is outline map showing assembling of ultrasonic diagnostic equipment of the present invention. As shown in FIG. 9 (a), sign provided in ultrasound probe of the present invention shown in the embodiment is transmitted by signal processing, a picture is projected to a picture monitor by signal processing in this signal processing. As for the assembling of this apparatus, one end of cable 93 is connected to ultrasound probe 92 comprising piezoelectric body 91 as shown in FIG. 9 (b) , even more particularly, another end of this cable 93 is connected to signal processing 94. Sign provided with ultrasound probe 92 is transmitted to signal processing 94 by cable 93, signal processing is done in this signal processing 94. Signal processing result is projected for echogram 96 to picture monitor 95.

[0084]

Embodiment of the present invention was described as things mentioned above, but, the present invention is not a thing limited to the embodiment. By way of example only, It can be applied to other supersonic wave *sojushin* elements or supersonic wave *so* wave apparatus of lithodialysis apparatus aside from the ultrasound probe and ultrasonic diagnostic equipment. In addition, It is transformed in the area which does not deviate from a purpose of the present invention in various ways, and it can be carried out.

[0085]

#### [EFFECT OF THE INVENTION]

As discussed above, According to the current invention, there is not fall of yield in array processing by sexual fall, and the machining which acoustic impedance produced in a case using small backing

material because at least three kinds use metal layer configured in metal layer older than or appointed hardness and caliper as electrode in the ultrasound probe which arranged strip of paper-shaped oscillator in the shape of array can provide the ultrasound probe that of high quality, dependability is high having the character which is high sensitivity and broadband. Therefore, There is prominent effect in improvement of diagnosis performance of medical diagnosis apparatus.

---

**[BRIEF DESCRIPTION OF DRAWINGS]**

**[FIG. 1]**

It is a perspective diagram showing assembling of supersonic wave pro - *bu* hanging to the present invention.

**[FIG. 2]**

It is cross section to show the present invention and chipping of piezoelectric oscillator of conventional embodiment, crack and mode of disconnection in.

**[FIG. 3]**

It is a figure of character showing the present invention and spectrum of an admittance of piezoelectric oscillator in conventional embodiment.

**[FIG. 4]**

It is character figure to show connection with yield of the second polar tabular caliper and ultrasound probe in.

**[FIG. 5]**

It is a perspective diagram showing assembling of embodiment other than ultrasound probe hanging to the present invention.

**[FIG. 6]**

It is the character figure which connection between *things* of polar hardness and caliper in ultrasound probe of the present invention was shown in.

**[FIG. 7]**

It is the character figure which preferred connection between *things* of polar hardness and caliper in ultrasound probe of the present invention was shown in.

**[FIG. 8]**

It is the character figure which, even more particularly, preferred connection was shown in between *things* of polar hardness and caliper in ultrasound probe of the present invention.

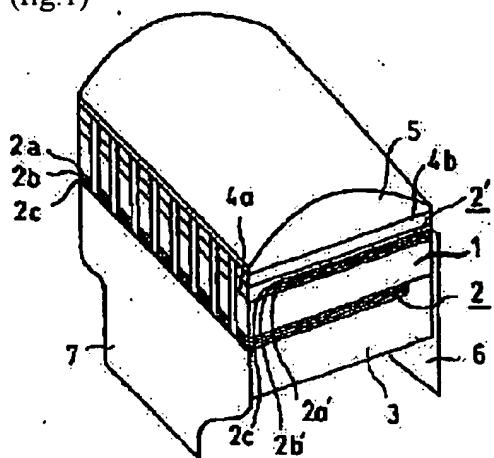
**[FIG. 9]**

It is outline map showing assembling of ultrasonic diagnostic equipment of the present invention.

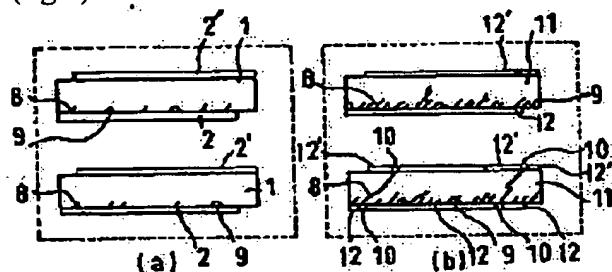
**[DENOTATION OF REFERENCE NUMERALS]**

1, 11 ... piezoelectric body 2, two □OE, 12, 12 □OE ... electrode 2a, the first tabular electrode layers 2b, the second tabular electrode layers 2c, 2c □OE ... tertiary tabular electrode layers Three ... backing material 4a, the 4b ... sound matching layer Five ... acoustic lens Six ... earth plate Seven ... F PC Eight ... crack Nine ... chipping Breaking of wire of ten ... electrode layers

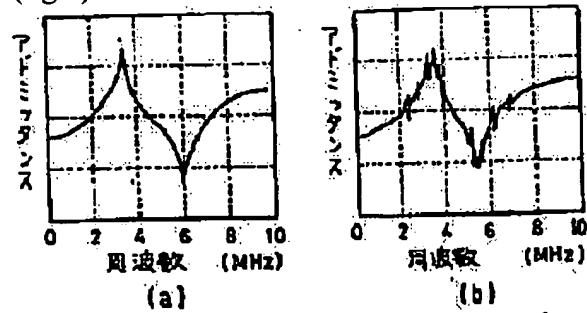
(fig.1)



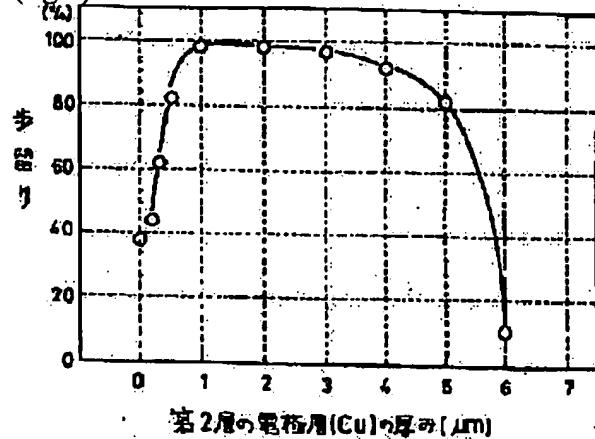
(fig.2)



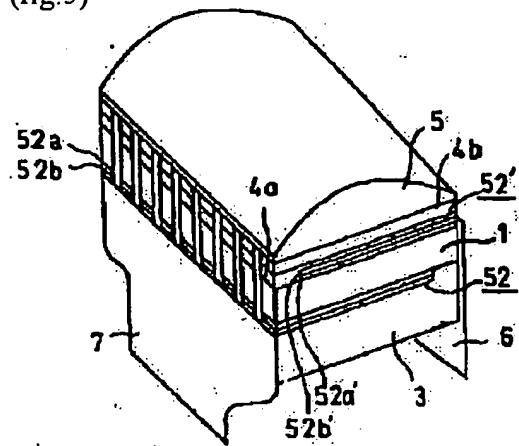
(fig.3)



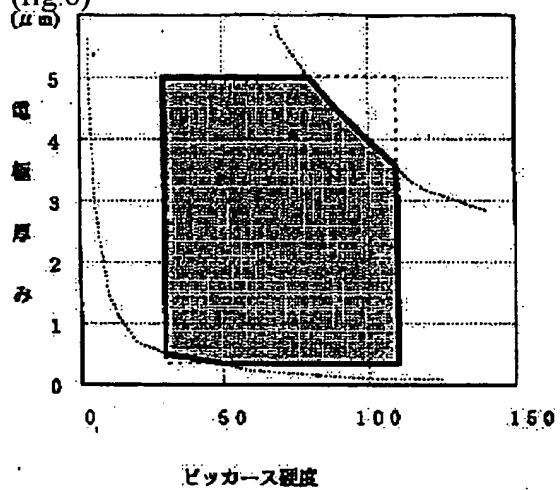
(fig.4)



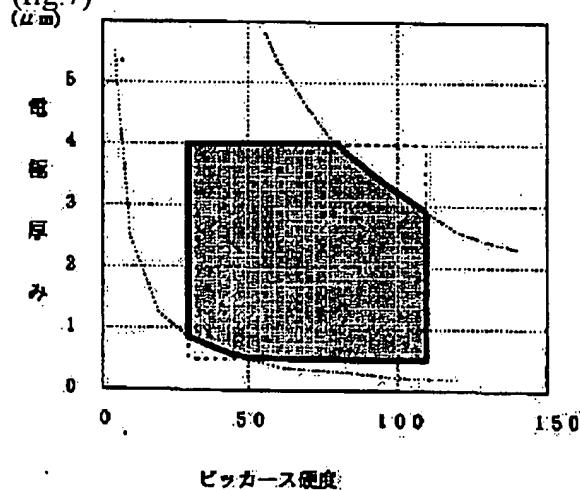
(fig.5)



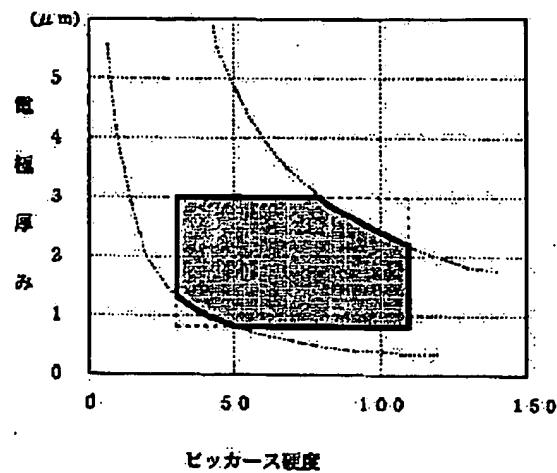
(fig.6)



(fig.7)



(fig.8)



(fig.9)

